

사파이어 CMP공정에서 슬러리 희석비에 따른 연마율과 표면조도 변화에 관한 연구

Study on the Effect of Dilution Ratio of Slurry on the Roughness and Removal Rate in Sapphire CMP

*박철진¹, #김형재¹, 김도연¹, 이태경¹, 전민현²

*C. J. Park¹, #H. J. Kim(hyjakim@kitech.re.kr)¹, D.Y.Kim¹, T.K.Lee¹, M.H.Jeon²

¹한국생산기술연구원, ²인제대학교 에너지융합학과

Key words : Chemical Mechanical Polishing, Slurry, Sapphire wafer, Removal rate

1. 서론

사파이어 웨이퍼는 내열성, 고경도의 특성을 가지고 있어서 잉곳(Ingot)에서 웨이퍼로 가공을 하는 과정이 어렵고 복잡하다. 이로 인해서 웨이퍼링 하는 동안 기판 표면의 결정성과 낮은 표면 거칠기, 광역평탄화, 재현성을 확보하여 공정의 최적화를 하는 것이 더욱 중요해 졌다. 이러한 공정의 안정성을 확보하기 위해서는 사파이어 CMP에 대한 실험적인 분석이 필요하다^[1]. 사파이어 웨이퍼의 가공 공정 중 하나인 CMP 공정에서는 슬러리에 영향을 받는 것이 일반적이다. 이러한 슬러리의 수산화기에 의해서 표면이 연질화 되고, 이렇게 변한 표면을 입자를 통해서 연마하는 것이다. 그렇기 때문에 표면이 변화 과정을 연구하게 되면 입자와 슬러리의 역할을 제대로 알 수 있을 것이다^[2]. 본 연구에서는 슬러리의 농도와 시간에 따른 표면 거칠기와 재료 제거율의 패턴을 분석하고자 한다.

2. 실험방법 및 내용

본 연구에서 진행된 연마 실험은 4인치 사파이어 웨이퍼를 사용해 실험하였다. CMP 장비는 GNP사의 POLI-500 장비를 사용하였으며 연마 슬러리는 Compol-80, 연마패드에는 Suba 600를 사용하였다. 실험에 사용된 패드의 크기는 500mm이다.

실험은 표면 조도의 패턴과 재료 제거율 사이의 상관관계를 보기위해서 슬러리와 D.I.Water를 일정비율로 혼합하였다. 이 때 슬러리의 비율이 각각 50%, 66.7%, 85%로 나누어 실험하였다. 실험과정은 먼저 사파이어 웨이퍼는 3um의 다이아몬드 슬러리로 30분 동안 DMP (Diamond Mechanical Polishing)하여 준비하였다. CMP 공정에서는 연마

를 준비하기위해서 5분간 컨디셔닝하고 난 후, 연마패드에 대한 Break in을 더미 웨이퍼를 사용하여 1시간동안 진행시키고, 각 20분단위로 비접촉식 표면 거칠기 측정 장치인 NV7300을 통해 표면 조도를 측정하고, 무게와 웨이퍼 두께를 측정하였다. 각각의 웨이퍼마다 총 80분 동안 연마를 하였다. 실험에 적용한 공정조건을 Table 1에 나타내었다.

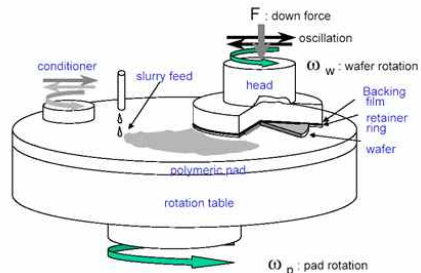


Fig. 1 Schematic of CMP Preprocess

Table 1 Experimental Condition

Parameter	Condition
Flow rate [ml/min]	450
Pressure [psi]	5.0 (=350 [g/cm ²])
Platen Velocity [rpm]	90
Head Velocity [rpm]	90
Chiller Temperature [°C]	10

3. 실험결과

CMP 연마 후 4인치 사파이어 웨이퍼를 측정하여 표면조도와 재료 제거율, 두 인자 사이의 상관관계를 Fig. 2, 3에 나타내었다. Fig. 2의 표면 조도 측면에서 보게 되면 모든 슬러리에서 연마되는

과정 초반에는 10nm이상으로 조도가 커지다가 점점 줄어드는 경향이 보이고 있다.

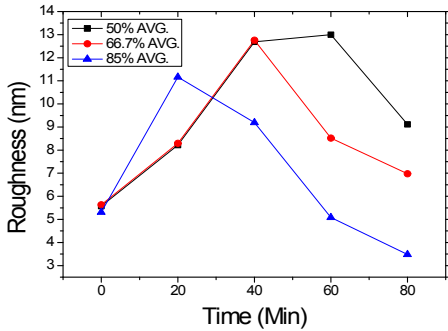


Fig. 2 Surface roughness variation with polishing time

Fig. 3은 표면 거칠기와 재료제거량의 상관관계를 알 수 있다. 그래프를 보게 되면 표면 거칠기 값이 연마시간에 따라 증가하다 감소하는 경향을 보이며 거칠기 값의 변화 폭이 적어지는 구간에서는 연마량이 떨어진 후 그 연마율이 낮은 값으로 수렴되는 패턴을 볼 수 있다.

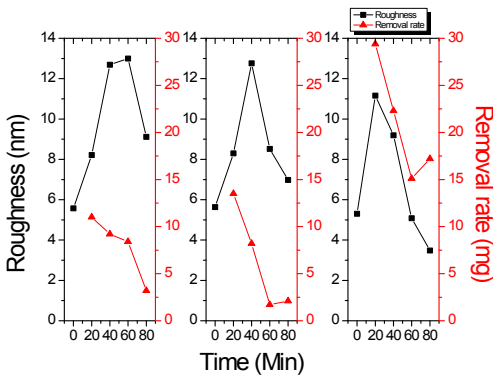


Fig. 3 Correlation of surface roughness and removal rate (From left 50%, 66.7%, 85%)

Fig. 4에서는 표면이 전체적으로 연마되어가는 과정을 볼 수 있는데, 60분까지 연마가 될 때에는 표면의 스크래치의 빈도수는 줄어들지만, 연마를 할 수 록 깊고, 넓은 형태로 확대가 된다. 이 후 연마가 진행 되면 더 이상 스크래치는 확대 되지 않으면서 표면의 거칠기 값이 작아진다. 이렇게 초기에 확대된 스크래치 부분은 초기 연마 시 표면 거칠기가 거칠어지게 되는 현상을 설명하는데 중요한 부분이라고 볼 수 있다.

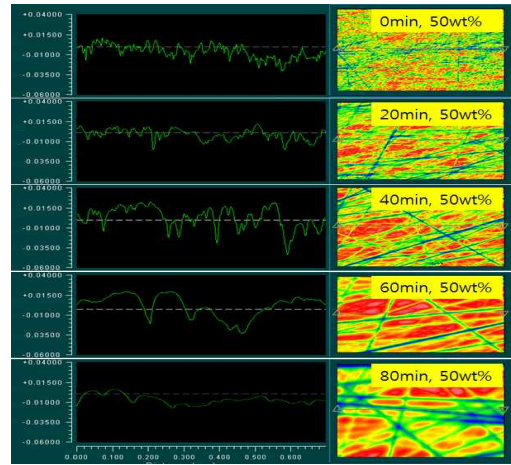


Fig. 4 Transition of roughness during polishing time

4. 결론 및 고찰

본 연구에서 얻어지는 연마 패턴이 보이는 이유는 CMP 이전 공정에서 내부에 생성된 잔류응력이나 크랙의 영향으로 보인다. 초기에 빠른 속도로 표면거칠기가 거칠어지는 것은 연마 입자들이 표면을 긁어 나가면서 그 힘이 내부에 있는 원자 사이의 결합이 약하거나 응력이 축적 되어 있는 부분 등에 영향을 미쳐서 빠르게 재료를 제거하면서 표면이 거칠어지게 된다. 일정시간 이후에 크랙 등이 제거가 되고 나면 깊게 파이는 부분이 없이 표면이 연마되어 점점 평탄화가 되는 것이다. 또한 스크래치가 깊어지는 동시에 넓어지는 모습을 관찰 할 수 있는데 이는 주로 화학적 에칭에서 발견 할 수 있는 현상이다. 물리적인 연마와 화학적인 에칭 두 요인 모두 CMP의 초기 연마를 하는데 있어서 영향을 미치는 것을 이번 실험을 통해서 알 수 있다. 향후에는 이러한 연마 패턴을 발생시키는 지배적인 요인이 화학적인 요인이거나 기계적인 요인임을 입증 할 수 있는 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단이 된다.

참고문헌

1. B.Y. Park, H.J. Kim, and H.D. Jeong, "Effect of Abrasive and complexing Agent on uniformity in Cu CMP" ICPT, 2006.
2. Honglin Zhu, and Luiz A. Tassaroto, "Chemical mechanical polishing(CMP) anisotropy in sapphire," Applied Surface Science, 236, 120-130, 2004.